



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8600841

Nederland

⑲ NL

- ⑤④ Beeldversterker voor het midden-infrarood.
- ⑤① Int.Cl⁴: H04N 5/33, F41G 1/32, H01J 31/50, H01J 43/24.
- ⑦① Aanvrager: Galileo Electro-Optics Corporation te Sturbridge, Massachusetts, Ver. St. v. Am.
- ⑦④ Gem.: Ir. L.W. Kooy c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

- ②① Aanvraag Nr. 8600841.
- ②② Ingediend 2 april 1986.
- ③② Voorrang vanaf 28 mei 1985.
- ③③ Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 738353 .
- ⑥② - -

- ④③ Ter inzage gelegd 16 december 1986.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

Betreft: Beeldversterker voor het midden-infrarood.

De uitvinding heeft betrekking
op een beeldversterker voor het midden-infrarood.

5 Bekende beeldversterkers voor
nachtkijken in direct zicht maken gebruik van foto-
electronenemissie voor het primaire fotodetectie-proces
en zijn dus beperkt tot zichtbare golflengten in het
nabije infrarood die niet groter zijn dan 1 micrometer,
bijvoorbeeld zoals verschaft door maanlicht of sterren-
licht, voor het verkrijgen van de energie die nodig is
10 voor foto-electronenemissie. In deze inrichtingen worden
microkanaalplaten in de meeste gevallen gebruikt voor het
versterken van de electronen die dan worden gericht
op een fosfordragend scherm om een zichtbaar beeld te
verschaffen.

15 Beeldstelsels voor straling
in het midden-infrarood (dat wil zeggen voortkomend uit
warmte) dat onvoldoende energie heeft voor foto-electronen-

emissie, zijn indirect en maken gebruik van rijen
halfgeleiderelementen die zijn aangesloten aan weergeef-
inrichtingen door grote aantallen draden. Deze
stelsels zijn dus ingewikkeld, omvangrijk, zwaar en
5 kostbaar.

Gevonden is dat beeld-
versterking in het midden-infrarood kan worden verkregen
bij kamertemperatuur en zonder dat een koelsysteem
nodig is door gebruik te maken van een lens voor het
10 vormen van een midden-infrarood beeld op een thermionisch
emitterend membraan en door de vanuit de achterzijde
van het membraan in responsie op midden-infrarode
straling op de voorzijde van het membraan geëmitteerde
electronen te vermenigvuldigen in kanalen van een
15 microkanaalplaat.

In voorkeursuitvoeringen
is de electronenflux uit de microkanaalplaat gericht
op een electroluminescent beeldscherm om zo een zichtbaar
beeld te verschaffen; en wordt een modulator gebruikt
20 voor het herhaaldelijk toelaten en blokkeren van
binnenkomende midden-infrarode straling, en wordt een
beeldextractie-trap gebruikt voor het verschaffen
van signalen die verband houden met het verschil tussen
de electronenflux uit de microkanaalplaat wanneer de
25 binnenkomende midden-infrarode straling wordt toegelaten,
en de electronenflux wanneer de binnenkomende midden-
infrarode straling wordt geblokkeerd.

Andere voordelen en kenmerken
van de uitvinding zullen blijken uit de conclusies en
30 uit de volgende beschrijving van de voorkeursuitvoeringen.
De beschrijving verwijst naar een tekening.

Fig. 1 is een schematische
verticale doorsnede van een midden-infrarood beeldver-

sterker volgens de uitvinding.

Fig. 2 is een schematische verticale doorsnede van een beeldextractietrap van de inrichting volgens fig. 1 volgens de uitvinding.

5 Fig. 3 is de equivalente schakeling voor een eenheid van de beeldextractietrap volgens fig. 2

10 Fig. 4 is een schematische, gedeeltelijk schetsmatige verticale doorsnede van een alternatieve beeldextractietrap volgens de uitvinding.

Fig. 5 is de equivalente schakeling voor een eenheid van de beeldextractietrap volgens fig. 4.

15 Verwijzend naar fig. 1 wordt daar een beeldversterker 10 voor het midden-infrarood getoond die een voor midden-infrarood transparant lenzenstelsel 11, een voor midden-infrarood transparant venster 12 een midden-infrarode beeldmodulator 14 (een Pockels-cel die straling doorlaat gedurende een tijd T_a en straling
20 blokkeert gedurende een zelfde tijd in elke periode), een microkanaalplaat 16 (waarvan de geleidende kanalen 50 - 100 micrometer van hart tot hart uit een liggen en met een maximale versterking van 10^4 en een maximale opbrengst van 10^8 (electronen/kanaal-seconde), een membraan
25 18 dat steunt op de voorkant van de microkanaalplaat 16 en bestaat uit een steunlaag 19 van siliciumdioxide en een kathode 20 (Cs-O-Ag materiaal, S1 code met een lage werkfunctie van ongeveer 1,2 eV), en beeldextractietrap 22. De onderdelen 12 t/m 22 zijn opgesloten binnen
30 een vacuumaftichting die tussen de onderdelen 12 en 22 is tot stand gebracht.

Het membraan 18 heeft een dikte tussen 10 nanometer en 10 micrometer, bij voorkeur

tussen ongeveer 1 en 10 micrometer; het moet niet zo dun zijn dat het straling doorlaat zonder absorptie en het moet niet zo dik zijn dat er over het membraan een temperatuurgradiënt is als gevolg van afkoeling aan de rand. Het vertoont aanzienlijke thermionische emissie bij slechts matig hoge temperatuur en heeft voldoende elektrische geleidbaarheid om elektronenemissie-verliezen te vervangen zonder het opwekken van een storend lateraal elektrisch veld.

Verwijzend naar fig. 2 omvat het eerste uitvoeringsvoorbeeld van een beeldextractietrap 22 een uitgangsvenster 24 van glas dat een laag 26 draagt van in vacuum daarop afgezet transparant elektrisch geleidend tinoxide. Over het oppervlak van de tinoxidelaag 26 liggen eenheden 23 die alle ongeveer 80 micrometer breed zijn en 100 micrometer van hart tot hart uit een liggen, die in het algemeen in bovenaanzicht vierkant zijn en zijn geschikt in rijen en kolommen op het venster 24 van glas. Elke eenheid 23 bevat een electro-luminescentie-laag 28 (bijvoorbeeld een lid van de zinksulfide-familie van electroluminescentie materiaal en tussen 10 en 100 micrometer dik), een elektrisch geleidende metaallaag 30 (bijvoorbeeld van een nikkelchroom legering die verkrijgbaar is onder de merknaam Inconel) daar bovenop, een 1 tot 10 micrometer dikke glaslaag 32 daar weer bovenop, een elektrisch geleidende collectorlaag 34 daar boven en weerstandmateriaal 36 naast de lagen 28 t/m 32 en onder de collectorlaag 34.

Met verwijzing naar fig. 3 die de equivalente schakeling toont voor één enkele eenheid 23, stelt I_e de elektronenflux voor die de collectorlaag 34 treft. Een weerstand R_1 wordt verschaft door de glaslaag 32 en een condensator C_1 wordt verschaft

door de glaslaag 32 en de elektrisch geleidende lagen 30, 34 aan weerszijden daarvan. Een weerstand R_2 wordt verschaft door de zinksulfidelaag 28 en een condensator C_2 wordt verschaft door de zinksulfidelaag 28 en overlappende gedeeltes van geleidende lagen 26, 30 aan weerszijden daarvan. Een shuntweerstand R_3 wordt verschaft door het materiaal 36. Een condensator C_3 bevindt zich buiten de afgesloten onderdelen van de versterker 10 en is aangesloten aan de tinoxidelaag 26. De voeding P_s is eveneens aangesloten aan de tinoxidelaag 26 via een externe weerstand R_4 . De materialen en afmetingen van onderdelen in elke eenheid 23 zijn gekozen om zekere elektrische eigenschappen te verkrijgen. De weerstand van de weerstand R_1 is veel groter dan de weerstand van de weerstand R_2 : om dit te bereiken is de glaslaag 32 ontworpen om een zo gering mogelijke lekstroom te hebben. De capaciteit van de condensator C_1 is veel groter dan de capaciteit van de condensator C_2 , en de capaciteit van de condensator C_3 is veel groter dan de capaciteit van de condensator C_2 zodat de verhouding 1: $(1 + C_2/C_3 + C_2/C_1)$ die de fractie bepaald van de gemoduleerde component van de elektronenflux die op de electroluminescerende laag 28 wordt aangelegd, zo groot mogelijk is. Het product van de capaciteit van de condensator C_2 en de weerstand van R_2 is veel groter dan de waarde van $1/w_m$, waarbij $w_m/2\pi$ de modulatie-frequentie van de modulator 14 voor de ingevoerde straling is. De werkelijke waarden zijn als volgt:

C_1	10^{-13} F
C_2	10^{-14} F
R_1	10^{15} ohm
R_2	10^{13} ohm
R_3	$5 \times 10^{12} \text{ ohm}$

Dit maakt de relaxatie-tijdconstante van de electroluminescerende laag 28 lang in vergelijking met de stralingsmodulatieperiode om resistieve verliezen uit het gemoduleerde signaal minimaal te maken. De maximale doorslagsterkte die van de condensatoren wordt verlangd, bedraagt 10^5 V/cm .

Verwijzend naar fig. 4 wordt daar een gedeeltelijk schetsmatige verticale doorsnede van een tweede uitvoeringsvoorbeeld van de beeldextractietrap 22 getoond die met 22' is aangeduid. De trap bevat een ondergelegen uitgangsvenster 50 van glas waarop is afgezet een transparante electrisch geleidende laag 52 van tinoxide. Daar bovenop bevinden zich ondersteunde eenheden 54 die alle ongeveer 80 micrometer breed zijn en die van naastgelegen eenheden zijn gescheiden door ongeveer 100 micrometer van hart tot hart, die in het algemeen vierkant van vorm zijn in bovenaanzicht en die zijn geschikt in rijen en kolommen op het venster 50 van glas. Elke eenheid 54 bevat een glaslaag 58, een electrisch geleidende metaallaag 60 daar bovenop, een electroluminescerende laag 62 daar weer bovenop, en helemaal bovenaan een electrisch geleidende collectorlaag 64. Naast de lagen 58 t/m 64 zijn een electrisch geleiden collectorlaag 66 en diodes D_1 , D_2 en een weerstand

R_4 aanwezig die onder de laag 66 zijn geplaatst en die schetsmatig in fig. 4 zijn aangegeven. Tussen 100 micrometer en 1 mm boven en in lijn met de collectorlagen 64, 66 zijn wolframraden 68 met een diameter van ongeveer 10 micrometer opgehangen.

Verwijzend naar fig. 5 wordt daar de equivalente schakeling voor eenheid 54 getoond. Een condensator C_4 wordt verschaft door de electroluminescerende laag 62 en de geleidende lagen 60, 64 aan weerszijden daarvan. Een condensator C_5 wordt voornamelijk door de glaslaag 58 en overlappende delen van de geleidende lagen 52, 60 aan weerszijden daarvan verschaft en ook door overlappende gedeelten van geleidende lagen 52, 66 en de onderdelen daartussen. De materialen en afmetingen van de componenten zijn zodanig dat de weerstand van de weerstand R_4 ligt tussen 10^{12} en 10^{13} ohm, bij voorkeur 10^{13} ohm, en dat de capaciteit van de condensator C_5 ligt tussen 10^{-14} en 10^{-15} farad; ook is de capaciteit van de condensator C_5 tenminste 10 maal groter dan de capaciteit van de condensator C_4 en is de maximale doorslagsterkte van de condensatoren 10^5 V/cm.

In bedrijf wordt midden-infrarode straling door het lenzenstelsel 11 geprojecteerd om een midden-infrarood beeld te vormen op de voorzijde van het membraan 18 waarbij gedeelten van een membraan in verschillende mate worden opgewarmd. De modulator 14 laat binnenkomende midden-infrarode straling herhaaldelijk gedurende een periode T_a toe en blokkeert binnenkomende midden-infrarode straling gedurende een periode T_a en wel met een frequentie van 100 Hz. Vanuit de achterzijde van het membraan 18 worden electronen uitgezonden in een hoeveelheid die verband houdt met de temperatuur

van het membraan op de plaatsen van waaruit zij worden uitgezonden, en zij treden binnen in de verschillende kanalen van de microkanaalplaat 16. De electronen worden vermenigvuldigd binnenin de kanalen van de microkanaal-
5 plaat 16. De electronenflux uit de microkanaalplaat 16 is gericht op de beeldextractietrap 22 waar de electronenflux die het resultaat is van thermionische achtergrondemissie (dat wil zeggen emissie die niet kan worden toegeschreven aan het op het membraan 18 gevormde
10 beeld) wordt afgetrokken van de totale flux en het zichtbare beeld dat wordt vertoon door de trap 22, is op het verschil gebaseerd.

De beeldextractietrap 22 die in bijzonderheden in de figuren 2 en 3 wordt getoond,
15 kan worden gebruikt wanneer de op het midden-infrarode beeld gebaseerde thermionische emissie vergelijkbaar is in sterkte met de achtergrondemissie van het membraan 18 bij kamertemperatuur. De beeld-extractietrap 22' die in bijzonderheden wordt getoond in de figuren 4 en 5,
20 kan worden gebruikt wanneer de op het midden-infrarode beeld gebaseerde thermionische emissie veel geringer is dan de achtergrondemissie van het membraan 18 bij kamertemperatuur.

Bij het laten werken van
25 de beeldextractietrap volgens de figuren 2 en 3 gaat, omdat de weerstandwaarde van de weerstand R_1 zeer groot is, nagenoeg de gehele gelijkstroomcomponent van de microkanaalplaat-electronenflux I_e door de shuntweerstand R_3 en wordt slechts de wisselstroomcomponent van de
30 electronenflux, gebaseerd op het midden-infrarode beeld op het membraan 18, gericht op de electroluminescerende laag 28 en zorgt hij voor een zichtbaar beeld van het midden-infrarode stralingsbeeld op het membraan 18.

Bij het laten werken van de beeldextractietrap volgens de figuren 4 en 5 worden de draden 68 die behoren bij collectorlagen 64 en draden 64 die behoren bij collectorlagen 66 om en om geschakeld tussen positieve en negatieve spanningen synchroon met het toelaten en blokkeren van midden-infrarode straling door de modulator 14. Wanneer door de modulator 14 midden-infrarode straling wordt toegelaten worden de electronen uit de microkanaalplaat 16 alle afgebogen naar collectorlagen 64 door een positieve spanning te verzorgen op de draden voor de collectorlagen 64 en een negatieve spanning op de draden voor de collectorlagen 66. Wanneer midden-infrarode straling door de modulator 14 wordt tegengehouden, worden de electronen uit de microkanaalplaat 16 alle gericht op collectorlagen 66 door een negatieve spanning te verzorgen op de draden voor de collectorlagen 64 en een positieve spanning op de draden voor de collectorlagen 66.

Indien geen midden-infrarode straling wordt geworpen op het membraan 18, zijn de electrodenfluxen die de collectorlagen 64, 66 treffen, gelijk; de potentialen op de collectorlagen 64, 66 zijn gelijk en er is geen potentiaal over de electroluminescerende laag 62 (condensator C_4 in fig. 5). Wanneer een midden-infrarood beeld wordt geprojecteerd op het membraan 18 verschillen de electronenfluxen die de collectorlagen 64, 66 treffen en verschijnt een potentiaal die gelijk is aan het verschil in electronenflux vermenigvuldigd met de weerstandswaarde van de weerstand R_4 over de electroluminescerende laag 62 en veroorzaakt daar een zichtbaar beeld om te worden vertoond.

Andere uitvoeringen van de uitvinding vallen binnen de strekking van de conclusies.

Bijvoorbeeld kunnen
5 andere materialen voor het membraan en de kathode worden gebruikt (bijvoorbeeld afhankelijk van de bedrijfstemperatuur en de straling die wordt opgenomen), en kunnen andere middelen worden toegepast voor het uit de
10 elektronenflux extraheren van de signalen die in verband staan met de midden-infrarode beelden. Het hierbovenbeschreven Cs-O-Ag kathode materiaal heeft een
nuttige thermionische emissie nabij 300°K . (Ba O/Si O)-Ni heeft nuttig emissies in het traject van 400 tot 700°K ,
15 en Ba-W heeft een nuttige emissie in het traject van 375 tot 500°K . Andere kandidaten voor kathodemateriaal met een geringe werkfunctie zijn opgesomd in tabel 4.1 van Bleaney et al, Electricity and Magnetism, (Oxford at the Clarendon Press, 1965) p. 92.

Andere materialen en
20 onderdelen kunnen worden gebruikt voor het verkrijgen van de equivalente schakelingen die zijn getoond in de figuren 3 en 5, en deze schakelingen kunnen worden gewijzigd om op dezelfde principes voor het extraheren van beeldsignalen te vertrouwen. Ook kan in de beeld-
25 extractietrap een zichtbaar beeld worden verschaft door licht uitzendende diodes, vloeibare kristallen of plasmacel-panelen (bijvoorbeeld als beschreven in G.F. Weston en R. Bittleston, Alphanumeric Displays (Mc Graw Hill, 1982)) in plaats van de electroluminescerende
30 materialen. De helderheid van het door één van deze middelen verschaft beeld kan worden vergroot door een tweede trap of zelfs een tweede en een derde trap van beeldversterking, zoals gebruikelijk is in sommige bestaande nachtkijkinstrumenten. Een ander alternatief

0000041

is dat de electronenflux die te voorschijn komt uit
de microkanaalplaat, rechtstreeks een fosforscherm
treft, en het onttrekken van het infrarode beeld uit
de verkregen zichtbare vertoning door middel van
5 bekende optische beeldverwerkingstechnieken.

C O N C L U S I E S

5

15

20

verschijnt op het membraan, en de electronenflux
wanneer een midden-infrarood beeld op het membraan
verschijnt.

4. Versterker volgens

5 conclusie 3, met het kenmerk, dat het zichtbare-beeld-
orgaan en het beeldextractieorgaan worden verschaft door
een aantal afzonderlijke eenheden die door een glasplaat
worden ondersteund, waarbij elke eenheid een zichtbaar-
licht-genererend element bevat.

10 5. Versterker volgens

conclusie 4, met het kenmerk, dat elke eenheid een
weerstand-condensator-netwerk bevat zodat de variërende
component van de electronenflux vanuit de microkanaalplaat
verschijnt bij het zichtbare-licht-genererende element
15 en de niet-variërende component door andere elektrische
onderdelen in de eenheid loopt.

6. Versterker volgens

conclusie 4, met het kenmerk, dat de eenheid twee
collectors bevat voor het ontvangen van de electronenflux,
20 en dat organen aanwezig zijn voor het om en om richten
van de electronenflux op de ene collector en vervolgens
de andere collector synchroon met het toelaten en
blokkeren van de midden-infrarode straling door de
modulator.

25 7. Versterker volgens

conclusie 6, met het kenmerk, dat elke eenheid een orgaan
bevat om aan het zichtbare-licht-genererende element
signalen te leveren die verband houden met het verschil
in sterkte van de electronenfluxen die door de collectors
30 worden ontvangen.

8. Versterker volgens

conclusie 7, met het kenmerk, dat de electrodes van het
zichtbare-licht-genererende element rechtstreeks zijn

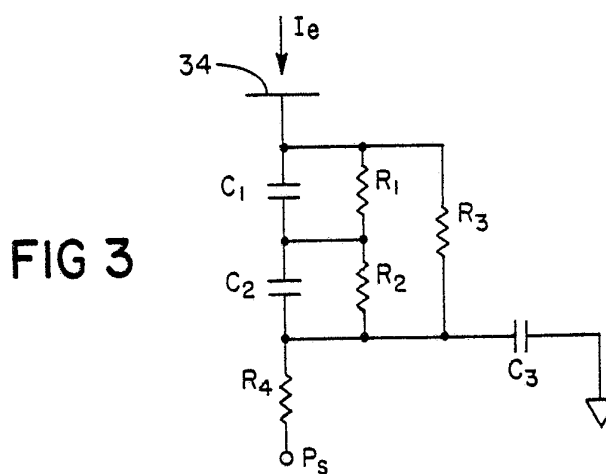
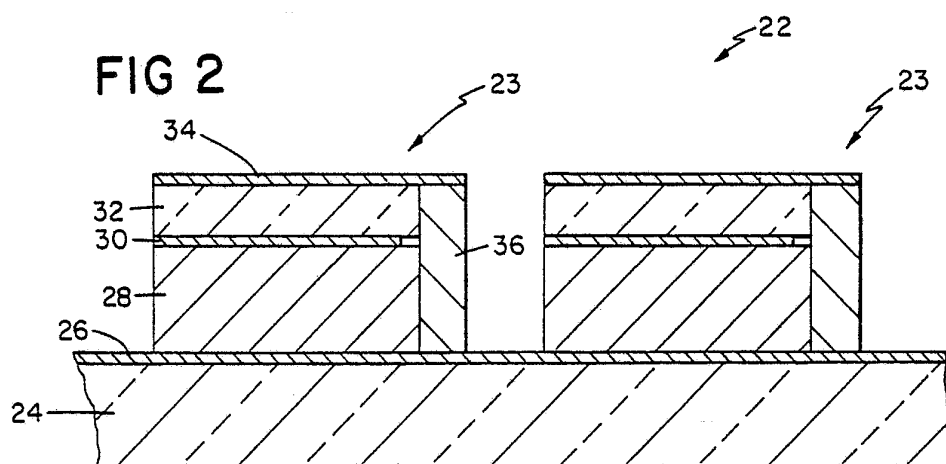
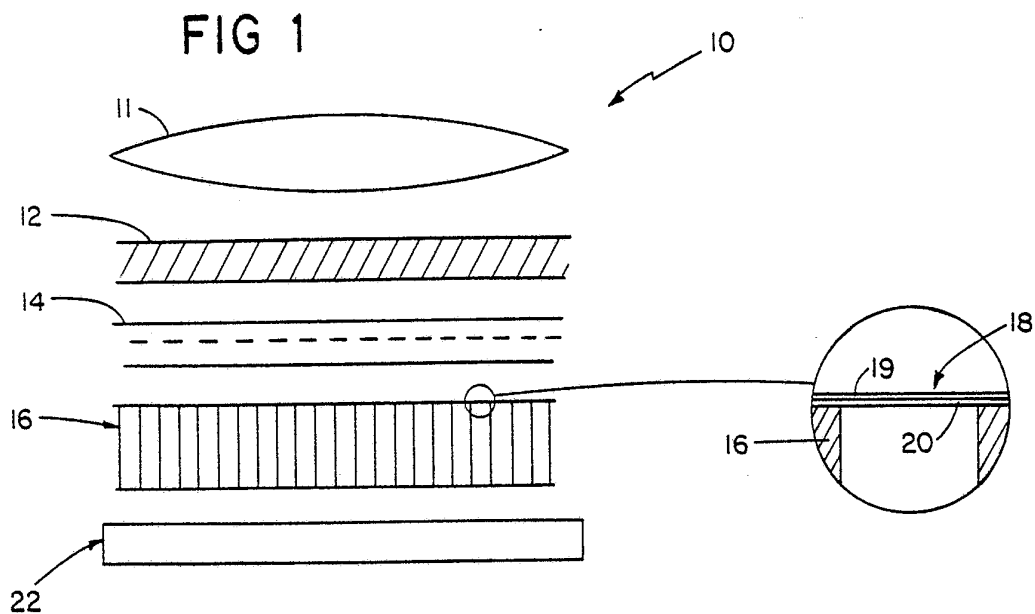
aangesloten aan of deel uitmaken van de twee collectors
die elk aan een gemeenschappelijk weerstand zijn
aangesloten.

5 9. Versterker volgens conclusies 4, 5, 6, 7 of 8, met het kenmerk, dat het zichtbaar-licht-genererende element een electroluminescerent element is.

10. Versterker volgens
conclusie 5 of 8, met het kenmerk, dat het zichtbaar-
licht-genererende element is vervaardigd van een lid
van de zinksulfide-familie van electroluminescerende
materialen.

11. Versterker volgens
conclusie 4, 5 of 7, met het kenmerk, dat het zicht-
baar-licht-genererende element één is van de groep
die bestaat uit lichtuitzendende diode, vloeibaar kristal-
element en plasma-paneelelement.

12. Versterker volgens
conclusie 1 of 4, met het kenmerk, dat het membraan
een kathode bevat van Cs-O-Ag, (Ba-O/Si O)-Ni of
Ba-W.



8600841

Galileo Electro-Optics Corporation

Sturbridge, Massachusetts, Verenigde Staten van Amerika

FIG 4

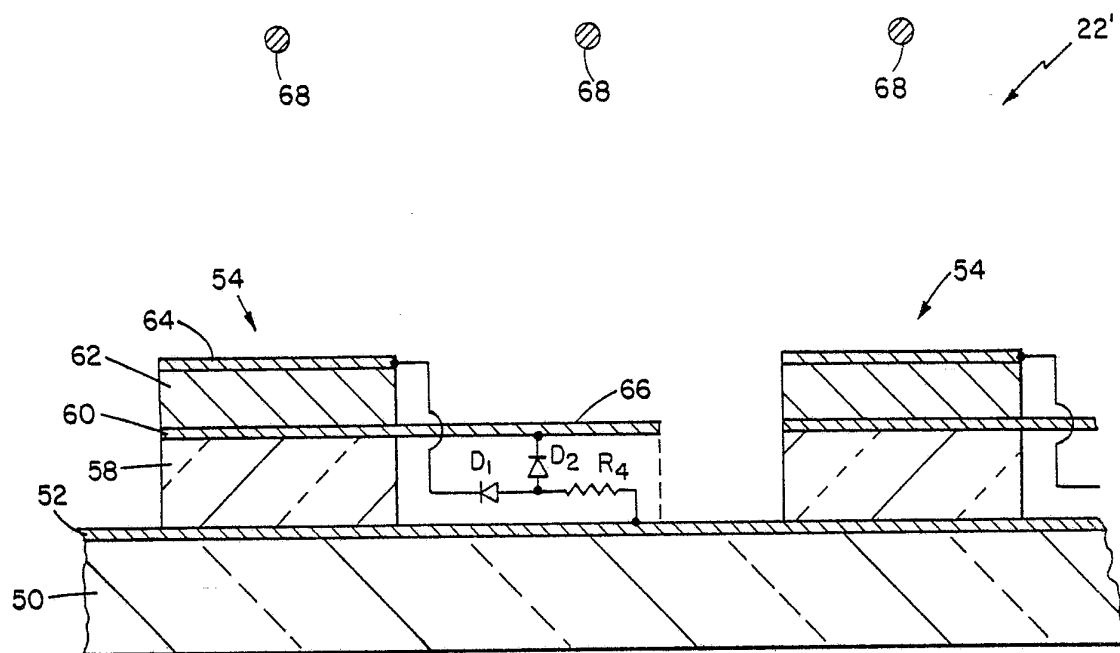
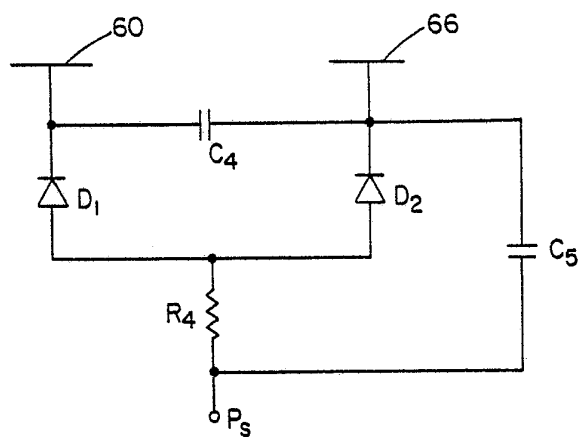


FIG 5



8600841

Galileo Electro-Optics Corporation

Sturbridge, Massachusetts, Verenigde Staten van Amerika